

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Неразрушающего контроля
 Направление подготовки 12.03.01 «Приборостроение»
 Кафедра Физических методов и прибора контроля качества

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка модуля преобразователя интерфейсов для измерительного комплекса ДМТ-419

УДК 621.317.39.084.2:004.31

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б2А	Мерзляков Антон Витальевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры ФМПК ИНК ТПУ	Шестаков Василий Васильевич			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой менеджмента ИСГТ ТПУ	Чистякова Н. О.	Кандидат экономических наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭБЖ ИНК ТПУ	Мезенцева И. Л.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ФМПК ИНК ТПУ	Суржиков Анатолий Петрович	Доктор физ.-мат. наук, профессор		

Томск – 2016 г.

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	<i>Профессиональные компетенции</i>
P1	Применять современные базовые и специальные естественнонаучные, математические и инженерные знания для разработки, производства, отладки, настройки и аттестации средств приборостроения с использованием существующих и новых технологий, и учитывать в своей деятельности экономические, экологические аспекты и вопросы энергосбережения
P2	Участвовать в технологической подготовке производства, подбирать и внедрять необходимые средства приборостроения в производство, предварительно оценив экономическую эффективность техпроцессов; принимать организационно-управленческие решения на основе экономического анализа
P3	Эксплуатировать и обслуживать современные средств измерения и контроля на производстве, обеспечивать поверку приборов и прочее метрологическое сопровождение всех процессов производства и эксплуатации средств измерения и контроля; осуществлять технический контроль производства, включая внедрение систем менеджмента качества
P4	Использовать творческий подход для разработки новых оригинальных идей проектирования и производства при решении конкретных задач приборостроительного производства, с использованием передовых технологий; критически оценивать полученные теоретические и экспериментальные данные и делать выводы; использовать основы изобретательства, правовые основы в области интеллектуальной собственности
P5	Планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования по своему профилю с использованием новейших достижения науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта в области знаний, соответствующей выполняемой работе
P6	Использовать базовые знания в области проектного менеджмента и практики ведения бизнеса, в том числе менеджмента рисков и изменений, для ведения комплексной инженерной деятельности; уметь делать экономическую оценку разрабатываемым приборам, консультировать по вопросам проектирования конкурентоспособной продукции
	<i>Универсальные компетенции</i>
P7	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности
P8	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой, демонстрировать ответственность за результаты работы
P9	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инженерной деятельности
P10	Ориентироваться в вопросах безопасности и здравоохранения, юридических и исторических аспектах, а так же различных влияниях инженерных решений на социальную и окружающую среду
P11	Следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам инженерной деятельности

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт неразрушающего контроля

Направление подготовки (специальность) 12.03.01 «Приборостроение»

Кафедра физических методов и приборов контроля качества

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____ А.П. Суржиков
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

На выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1Б2А	Мерзлякову Антону Витальевичу

Тема работы:

Разработка модуля преобразователя интерфейсов для измерительного комплекса ДМТ-419
--

Утверждена приказом директора (дата, номер)	11.12.2015, №9729/с
---	---------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2016
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Разработка преобразователя интерфейса USB-SPI для измерительного комплекса ДМТ-419. Данное устройство будет использоваться при контроле параметров микросхем после воздействия на них радиационным излучением.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Литературный обзор внутрисхемных интерфейсов, разработка прототипа модуля преобразователя интерфейсов USB-SPI, а также программного обеспечения для данного преобразователя.
Перечень графического материала	Презентация в Microsoft PowerPoint
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Чистякова Наталья Олеговна
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры ФМПК	Шестаков Василий Васильевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б2А	Мерзляков Антон Витальевич		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Неразрушающего Контроля
Направление подготовки 12.03.01 «Приборостроение»
Уровень образования Бакалавриат
Кафедра Физических методов и приборов контроля качества

Период выполнения _____ (весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2016
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.01.2016	Проведение обзора литературы	10
10.02.2016	Черчение принципиальной схемы устройства	15
15.02.2016	Травление печатной платы для преобразователя	5
20.02.2016	Производство модуля преобразователя	10
25.02.2016	Разработка программного обеспечения для устройства	10
10.03.2016	Отладка программы и адаптация устройства для лабораторных стендов	10
04.04.2016	Написание раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	5
14.04.2016	Написание раздела «Социальная ответственность»	5
25.04.2016	Написание раздела «Заключение»	10
03.05.2016	Защита Учебно-исследовательской работы студентов	10
25.05.2016	Выступление на VI всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность»	10
30.05.2016	Оформление ВКР	100

Составил руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры ФМПК ИНК ТПУ	Шестков Василий Васильевич			

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ФМПК ИНК ТПУ	Суржиков Анатолий Петрович	Доктор физ.-мат. наук, профессор		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 65 с., 12 рис., 18 табл., 14 источников.

Ключевые слова: преобразователь интерфейсов, внутрисплатные последовательные интерфейсы, микроконтроллер ATmega8, переходник USB-UART, измерительный комплекс ДМТ-419.

Объектом исследования является преобразователь последовательных интерфейсов USB-SPI.

Цель работы – разработка прототипа модуля преобразователя интерфейсов USB-SPI с соответствующим программным обеспечением для его стабильной работы.

В процессе исследования проводился литературный обзор последовательных интерфейсов, разновидностей преобразователей интерфейсов и их конструктивные особенности, а также проектирование и разработка преобразователя интерфейсов USB-SPI.

В результате исследования был разработан прототип преобразователя интерфейсов USB-SPI с программным обеспечением для его работы.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: В основе преобразователя лежит микроконтроллер ATmega8 и адаптер-переходник USB-UART. При эксплуатации данного устройства напряжение питания не должно превышать пяти вольт.

Область применения: Преобразователь USB-SPI применяют в качестве расширения набора интерфейсов измерительного комплекса ДМТ-419.

Экономическая эффективность/значимость работы: разработанное устройство позволяет расширить набор интерфейсов измерительного комплекса ДМТ-419, что положительно сказывается при контроле современных микросхем.

В будущем планируется модернизация преобразователя путём добавления интерфейса Ethernet, который позволит контролировать микросхему в процессе облучения.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями

микроконтроллер (МК): Микросхема, предназначенная для управления электронными устройствами.

интерфейс: Совокупность средств и методов взаимодействия между элементами системы.

последовательный интерфейс: интерфейс, в котором все информационные сигналы передаются по одной линии последовательно.

аналого-цифровой преобразователь: Устройство, преобразующее входной аналоговый сигнал в дискретный код (цифровой сигнал).

цифро-аналоговый преобразователь: Устройство для преобразования цифрового (двоичного) кода в аналоговый сигнал.

mips: мера быстродействия микропроцессора.

СОКРАЩЕНИЯ

В данной работе применены следующие сокращения

АЦП – аналого-цифровой преобразователь;

ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь;

МК – микроконтроллер;

ЭВМ – электронная вычислительная машина;

USB – universal serial bus;

COM – communications port;

SPI – serial peripheral interface;

UART – universal asynchronous receiver-transmitter;

GND – ground (общий провод);

MOSI – master out, slave input;

MISO – master input, slave out;

SCLK – serial clock;

SS – slave select;

SDA – serial data;

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	10
1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОНТРОЛЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОСХЕМ	12
1.1 Измерительный комплекс ДМТ-419	12
1.2 Разновидности интерфейсов персональных компьютеров	14
1.3.1 USB (Universal Serial Bus)	14
1.3.1 COM порт	15
1.2.3 FireWire	16
1.3.3 UART (Универсальный асинхронный приёмопередатчик):	19
1.3.4 SPI (Serial Peripheral Interface):	21
2 ОБЪЕКТ И МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ	24
3 РЕЗУЛЬТАТЫ	32
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	34
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	34
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	34
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений	34
4.1.3 Технология QuaD	35
4.1.4 SWOT-анализ	37
4.2 Планирование научно-исследовательских работ	40
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	40
4.2.2 Определение трудоемкости работ	41
4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	42
4.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	45
4.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	49
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	55
5.1 Производственная безопасность	56

5.2	Экологическая безопасность.....	60
5.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	60
5.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	62
	Заключение.....	63
	Список литературы.....	64

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время контроль параметров электронной базы летательных аппаратов играет важную роль в космическом приборостроении. Одним из эффективных методов исследования характеристик электронных компонентов является облучение микросхемы радиационным излучением с последующим измерением выходных характеристик. Для снятия параметров микросхем до облучения и после него применяют измерительный комплекс ДМТ-419, который состоит из множества измерительных блоков, генераторов, АЦП, ЦАП.

Одной из наиболее часто встречающихся проблем при проведении измерения данным комплексом является отсутствие современных интерфейсов, которыми оснащены микросхемы. Это приводит к невозможности проведения контроля параметров после облучения. Таким образом разработка специального адаптера для создания связи между микросхемами и ЭВМ является на сегодняшний день актуальной задачей.

Существующие на сегодняшний день преобразователи интерфейсов имеют некоторые недостатки, одним из которых является отсутствие возможности расширения набора интерфейсов, необходимых при проведении контроля. Ещё одним недостатком является завышенная стоимость на рынке, что приводит к лишним экономическим затратам.

Предметом исследования является преобразователь последовательных интерфейсов, необходимый для создания связи между микросхемой и персональным компьютером. В качестве объекта исследования был выбран преобразователь интерфейсов USB-SPI.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка прототипа преобразователя интерфейсов USB-SPI, а также программного обеспечения для данного преобразователя, опираясь на теоретические и практические знания в области программирования и микропроцессорной техники.

Данный преобразователь поможет быть использован при создании связи между контролируемой микросхемой и персональным компьютером. Основной задачей такого преобразователя является расширение набора интерфейсов в измерительном комплексе ДМТ-419.

В ходе проведения научной исследовательской работы будет разработан прототип преобразователя последовательных интерфейсов USB-SPI, а также будет написано программное обеспечение, необходимое для работы данного преобразователя.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОНТРОЛЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОСХЕМ

От устойчивости и надёжности современных микросхем к радиационному облучению зависит работоспособность оборудования, которое используется в аэрокосмическом приборостроении. Данные показатели являются основным фактором при эксплуатации электронных приборов, например, в космических летательных аппаратах. При радиационном облучении цифровых или аналоговых микросхем возникает вероятность смены режима работы электронных компонентов, что может негативно сказаться на оборудовании в целом. Таким образом, контроль параметров цифровых и аналоговых микросхем после воздействия на них радиационного излучения является неотъемлемой частью при разработке и эксплуатации летательных аппаратов.

Облучение электронной аппаратуры проводят с использованием современных гамма-комплексов «РАДИАН». Данный гамма-комплекс имеет диапазон мощности дозы в интервале от 10 до 0.1 рад/с. [1]

1.1 Измерительный комплекс ДМТ-419

Контроль параметров микросхем проводят в лабораториях с использованием различных современных комплексов для измерения параметров микросхем, а также персональных компьютеров. ДМТ-419 является одним из современных комплексов, который используется при проведении контроля параметров микросхем после их облучения. Принцип действия такого комплекса основан на формировании сигналов произвольной, синусоидальной формы, а также различных логических уровней, которые задаёт пользователь с помощью программного обеспечения управляющей электронно-вычислительной машиной и анализа колебаний, которые прошли через измеряемое устройство, с последующей обработкой сигнала. ДМТ-419 проводит измерения:

- Токов потребления;
- Выходных и входных напряжений и токов;

- Параметров импульсных выходных сигналов;
- Величин сопротивлений;
- Шумовых параметров микросхемы;
- Амплитуд сигналов в заданные моменты времени.

Стоит отметить, что комплекс также производит математическую обработку результатов измерений и контроль:

- Амплитудно – частотной характеристики;
- Коэффициентов усиления;
- Скоростей нарастания выходного сигнала;
- Отношений и разности величин напряжений и токов;
- Сдвигов фаз выходных сигналов.

Основным преимуществом комплекса ДМТ-419 является обеспечение оперативных измерений как статических, так и динамических характеристик электронных компонентов. Это позволяет увеличить производительность контроля без потери достоверности полученных результатов. [2]

Недостатком измерительного комплекса является отсутствие последовательных интерфейсов, которыми обладают современные микросхемы. Исходя из этого, для контроля параметров таких микросхем применяют специальные преобразователи интерфейсов с соответствующим программным обеспечением. В современном мире такие преобразователи имеют широкое разнообразие. В основе таких преобразователей зачастую лежит микроконтроллер (микропроцессор), который принимает сигнал от компьютера и посылает преобразованный сигнал микросхеме. Затем полученный сигнал от микросхемы обрабатывается и преобразуется для чтения пользователем на компьютере. В настоящее время в персональных компьютерах преобладает в основном последовательный интерфейс нежели параллельный. Во-первых, это объясняется развитием современных цифровых технологий, а во-вторых увеличение скорости передачи данных через последовательный интерфейс достигается более простым способом по сравнению с параллельным

интерфейсом. Исходя из этого можно отметить, что последовательный интерфейс является более перспективным по сравнению с параллельным. [3]

1.2 Разновидности интерфейсов персональных компьютеров

Для подключения преобразователя к компьютеру используются встроенные в компьютер интерфейсы. В современных компьютерах существует несколько последовательных интерфейсов, с помощью которых можно подключить преобразователь: [4]

- USB;
- COM порт;
- FireWire.

1.3.1 USB (Universal Serial Bus)

USB является универсальным последовательным интерфейсом, который используется для создания связи между персональным компьютером и периферийными устройствами. Данный интерфейс нашёл широкое применение благодаря высокой скорости передачи данных, а также простотой подключения различных устройств. USB бывают трёх версий:

- USB 1.0. Максимальная скорость передачи 1.5 Мбит/с
- USB 2.0. Максимальная скорость передачи 12 Мбит/с
- USB 3.0. Максимальная скорость передачи 480 Мбит/с

USB интерфейс состоит из четырёх сигнальных проводов:

- Питание +5 В;
- Сигнальный провод «+ D»;
- Сигнальный провод «- D»;
- Общий провод – Ground (GND).

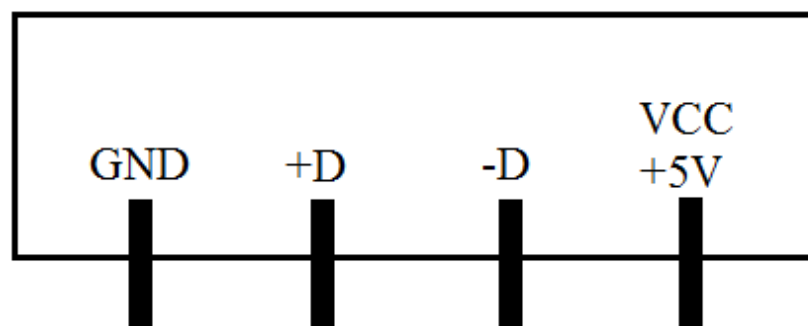


Рисунок 1 – Схема USB интерфейса

Достоинства USB интерфейса:

- Высокая скорость передачи данных;
- Наличие в современных компьютерах и устройствах;
- Простота эксплуатации.

Недостатки USB интерфейса:

- Ограниченная длина кабеля (до трёх метров);
- Может работать только с одним внешним устройством на порт. [5]

1.3.1 COM порт

Интерфейс представляет из себя последовательный порт с двойной направленностью. Используется для подключения периферийных устройств на расстоянии до 20 метров. Данный тип передачи данных используется весьма редко, поскольку широкое применение нашёл USB интерфейс, поэтому в современных компьютерах COM порт чаще всего отсутствует.

Достоинства COM порта:

- Простота подключения оборудования;
- Расстояние для передачи данных достигает двадцати метров.

Недостатки COM порта:

- Низкая скорость передачи данных;
- Низкая популярность в современных компьютерах;
- Большой размер разъёма относительно других интерфейсов;
- Высокие требования ко времени отклика операционной системы. [6]

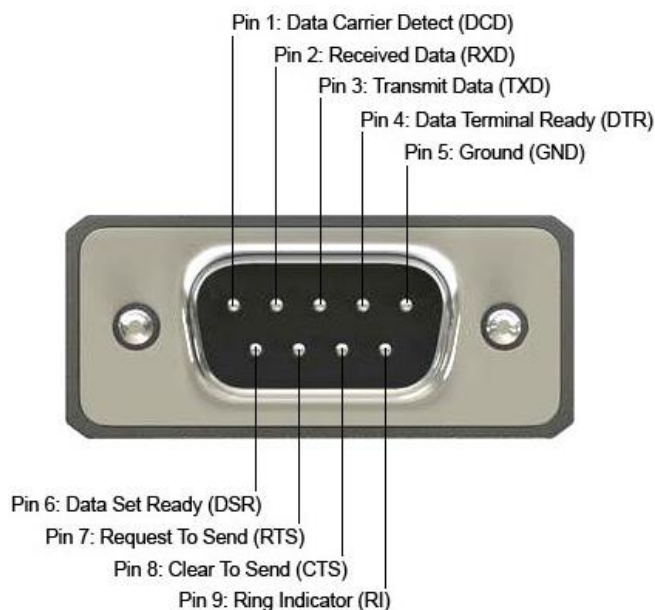


Рисунок 2 – COM порт

1.2.3 FireWire

Данный интерфейс представляет собой последовательную высокоскоростную шину, предназначенную для передачи данных между персональным компьютером и электронными устройствами. FireWire по сравнению с USB является более дорогостоящим для реализации, поэтому не нашёл широкого применения среди пользователей. Относительно USB, интерфейс FireWire имеет возможность передавать данные расстоянии до пяти метров, и при этом скорость передачи данных может достигать 800 Мбит/с.



Рисунок 3 – Интерфейс FireWire

Достоинства FireWire:

- Высокая скорость передачи данных среди последовательных интерфейсов;

- Длина кабеля для передачи данных достигает пяти метров;

- Возможность подключения до 17 устройств на порт одновременно.

Недостатки FireWire:

- Высокая стоимость реализации. [7]

1.3 Внутриплатаные интерфейсы

Современные цифровые и аналоговые микросхемы, как и персональные компьютеры имеют свои внутриплатаные последовательные интерфейсы.

Основные разновидности внутриплатаных интерфейсов: [8]

- 1-wire

- I2C

- UART

- SPI

1.3.1 1-Wire

Однопроводной интерфейс, разработанный фирмой Dallas Semiconductor. 1-Wire представляет собой последовательный интерфейс, использующий для связи две линии: линия передачи данных и провод заземления. Поэтому, для создания среды обмена такой сети применяют доступные кабели, которые содержат неэкранированную витую пару, либо простой телефонный провод. При установке таких кабелей не требуется наличие профессионального оборудования. Согласно характеристикам данного интерфейса, максимальная длина однопроводной линии не должна превышать трёхсот метров.

Отличительной способностью 1-Wire-сети является наличие общей шины, то есть, подключаемые устройства присоединяются к одной магистрали, без использования различных каскадных соединений или разветвлений.

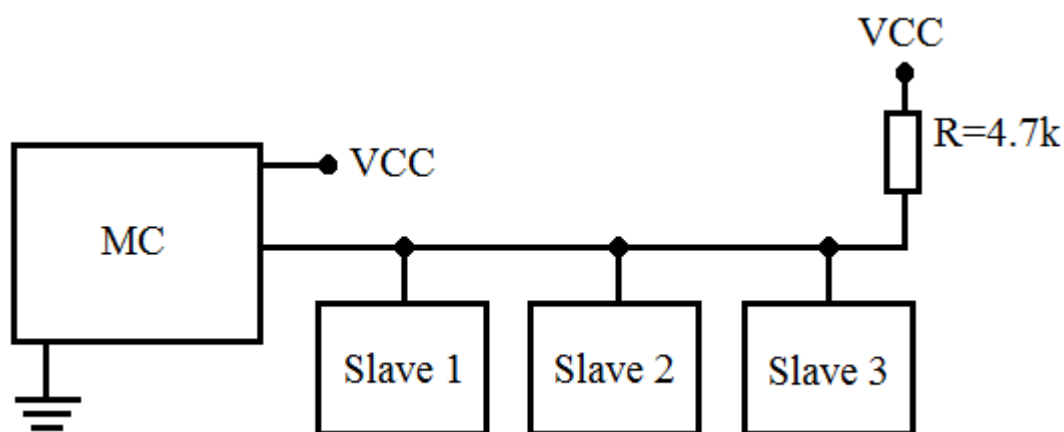


Рисунок 4 – Схема подключения по протоколу 1-Wire

- MC – Микроконтроллер (ведущее устройство);
- Slave – Ведомое устройство
- VCC – Напряжение питания (от 3 до 5 В.)

Также, на схеме присутствует подтягивающий резистор номиналом 4.7 кОм. Резистор необходимо использовать во избежание выхода из строя оборудования.

Достоинства 1-Wire:

- Понятная и простая архитектура сети;
- К кабелям применяют низкие требования;
- Протяжённость линии до трёхсот метров;
- Небольшая стоимость, а также простота компонентов;
- Доступное программное обеспечение;
- В некоторых ситуациях можно обойтись без питания.

Недостатки 1-Wire:

- Скорость передачи данных низкая (16,3 Кбит/с);
- Необходимо обязательное наличие ведущего устройства. [9]

1.3.2 I2C

Представляет собой последовательную шину данных для связи интегральных схем, использующая две двунаправленные линии связи (Serial Data и Serial Clock). Применяют для связи периферийных низкоскоростных

компонентов с материнской платой, а также встраиваемыми системами и мобильными телефонами.

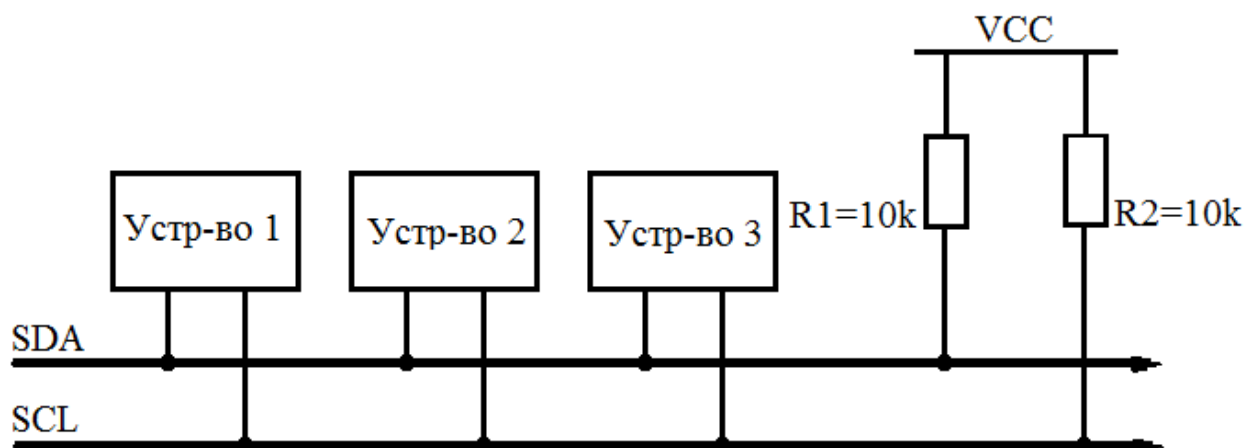


Рисунок 5 – Устройство сети I2C

Преимущества I2C:

- При подключении более двух микросхем, количество проводов не меняется;
- Возможно подключение нескольких ведущих микросхем;
- I2C Протокол является стандартизированным, поэтому имеется защита от проблем несовместимости оборудования.

Недостатки I2C:

- Ёмкость линии составляет 400 пФ;
- Возникает трудность определения неисправности, если одно из подключенных устройств ошибочно устанавливает на шине состояние низкого уровня;
- Затруднение при программировании из-за различных неполадок на шине. [10]

1.3.3 UART (Универсальный асинхронный приёмопередатчик):

UART представляет собой совокупность вычислительных устройств, предназначенных для связи с другими цифровыми устройствами. Асинхронная передача используется в системах, где обмен данными происходит время от времени, и не требуется высокая скорость передачи данных.

Принцип работы:

По структуре интерфейс представляет собой обычный асинхронный последовательный протокол, то есть передающая сторона по очереди выдаёт в линию 0 и 1, а принимающая отслеживает их и заносит в память. Синхронизация идет по времени – приемник и передатчик заранее устанавливают частоту, при которой будет происходить обмен данными.

Подключение UART осуществляется по трём линиям: RXD – приём, TXD – передача и GND – общая линия «земля». При асинхронной передаче каждый символ передаётся отдельной посылкой. Стартовые биты предупреждают о начале передачи. Затем передаётся символ. Для определения достоверности передачи используется бит чётности (бит чётности равен 1, если количество единиц нечётно, и равен 0 в противном случае). Последний бит сигнализирует о начале передачи. Подключение UART приведено на рисунке 6.

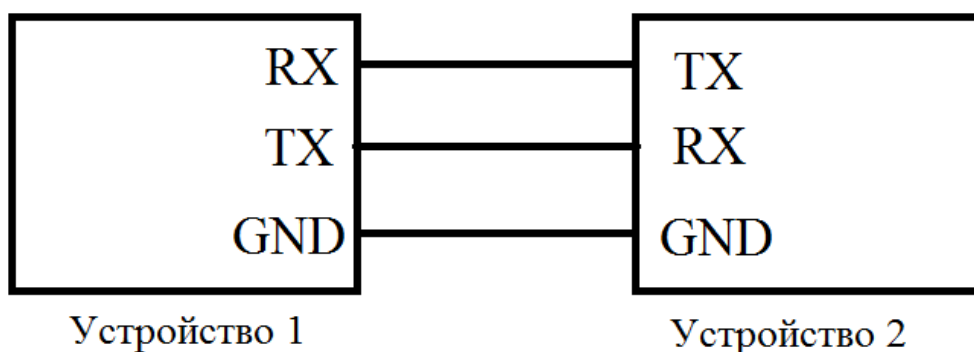


Рисунок 6 – Схема подключения UART

При обмене данными по каналам связи используются три метода передачи данных:

- Однонаправленная: TV, радио;
- Полудуплексная передача: поочерёдный приём и передача данных;
- Двухнаправленная: Одновременный приём и передача каждой станции.

Преимущества UART:

- Отработанная и простая система;
- Низкая стоимость интерфейсного оборудования.

Недостатки UART:

- Одна треть пропускной способности идёт на передачу служебных битов;
- Скорость передачи данных относительно синхронной ниже;
- Отсутствие достоверности показаний при многочисленной ошибке с использованием бита чётности. [11]

1.3.4 SPI (Serial Peripheral Interface):

Данный интерфейс является одним из популярных внутрисхемных последовательных синхронных интерфейсов. Разработан фирмой Motorola. Используется для простой и высокоскоростной передачи данных между устройствами. SPI интерфейс относится к часто-используемым интерфейсам для создания связи между микросхемами. Также, SPI иногда называют четырёхпроводным интерфейсом, поскольку в нём используется четыре линии: MOSI, MISO, SCK, SS.

- Линия MOSI: выходная линия данных ведущего интерфейса и входная линия данных ведомого интерфейса. Линия предназначена для передачи данных от ведущего устройства к ведомому.

- Линия MISO: входная линия данных ведущего интерфейса и выходная линия данных ведомого интерфейса. Линия предназначена для передачи данных от ведомого устройства к ведущему. Данные передаются байтами, побитно, начиная со старшего бита.

- Линия SS: линия выбора ведомого устройства, с которым ведущее устройство намерено работать.

- Линия SCK: выходная линия тактовых импульсов ведущего узла и входная линия тактовых импульсов ведомого узла. Линия SCK используется для синхронизации передачи данных между ведущим и ведомым интерфейсами по линиям MOSI и MISO.

Алгоритм действия основан на принципе «Ведущий-подчинённый». Ведущим чаще всего является микроконтроллер, либо микропроцессор.

Подчинёнными являются микросхемы, часы реального времени, аналого-цифровые преобразователи, цифро-аналоговые преобразователи, различное цифровое оборудование.

Главной частью интерфейса SPI является сдвиговый регистр, сигналы синхронизации и ввода/вывода битового потока которого и образуют интерфейсные сигналы. Поэтому, SPI протокол скорее является протоколом обмена данными между двумя сдвиговыми регистрами, каждый из которых одновременно выполняет функцию приёмника и передатчика, а не протоколом передачи данных. Основным условием передачи данных по линии SPI является генерация сигнала синхронизации шины. Этот сигнал имеет право генерировать только ведущий шины и от этого сигнала полностью зависит работа подчинённого шины. [12]

Подключение SPI интерфейса:

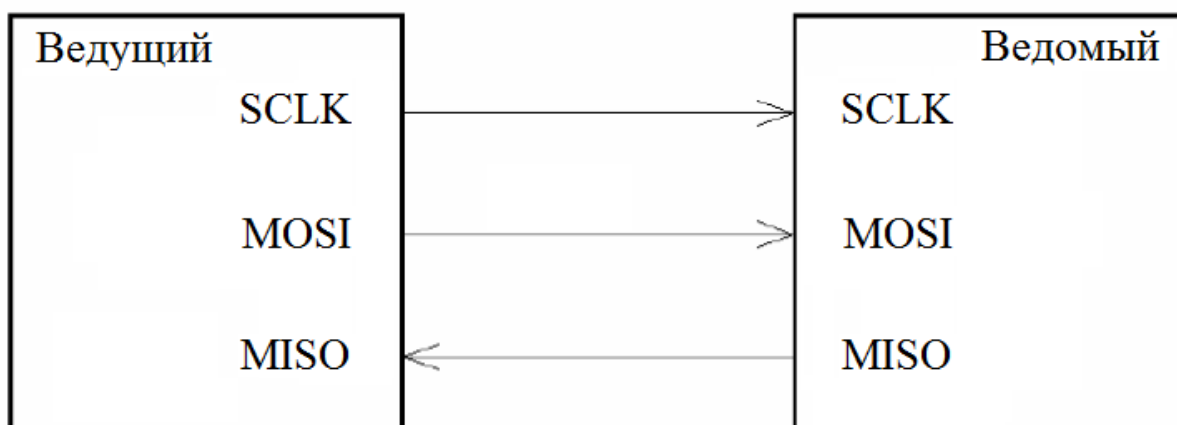


Рисунок 7 – Схема подключения SPI интерфейса по трём линиям

При трёхпроводном подключении «Ведущий» определён заранее.

Принцип действия:

Ведущий шины передаёт данные по линии MOSI синхронно со сгенерированным им же сигналом SCLK, а подчинённый захватывает переданные биты данных по определённым фронтам принятого сигнала синхронизации. Одновременно с этим подчинённый отправляет свою посылку данных.

Преимущества SPI интерфейса:

- Простота протокола передачи;
- Высокая надёжность;
- Высокое быстродействие;
- Небольшое количество проводов относительно параллельных интерфейсов.

Недостатки SPI интерфейса:

- Количество проводов относительно рассмотренных выше интерфейсов больше;
- Нет подтверждения приёма данных со стороны ведомого устройства;
- Дальность передачи относительно UART гораздо ниже. [13]

Опираясь на практический опыт работы с SPI интерфейсом можно избежать некоторых недостатков данного типа связи, что улучшает его характеристики на фоне других интерфейсов.

Рассмотренные выше внутрисхемные интерфейсы имеют как свои достоинства, так и недостатки. Проведя данный анализ можно сделать вывод, что SPI интерфейс является более перспективным интерфейсом, поэтому объект исследования выпускной квалификационной работы будет разработан с SPI интерфейсом.

2 ОБЪЕКТ И МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ

Основным недостатком измерительного комплекса ДМТ-419 является отсутствие современных интерфейсов, таких как: SPI, I2C, UART. Поскольку в микросхемах одним из преобладающих внутрисхемных интерфейсов является SPI интерфейс, поэтому основной задачей выпускной квалификационной работы является разработка прототипа модуля преобразователя последовательного интерфейса USB-SPI, который расширит набор интерфейсов измерительного комплекса ДМТ-419, а также модернизирует процесс контроля параметров аналоговых и цифровых микросхем.

Объектом исследования и разработки в данной работе был выбран преобразователь интерфейса USB-SPI. Данный преобразователь состоит из двух электронных устройств:

а. Микроконтроллер ATmega8. Данный микроконтроллер выполнен по КМОП технологии и является микропотребляющим. В основу Atmega8 входит AVR-архитектура RISC. Выполняя одну полноценную инструкцию за один такт, такой микроконтроллер достигает производительности 1 MIPS на МГц, что позволяет достигнуть оптимальное соотношение производительности и энергии потребления.

Основные технические характеристики:

- Напряжение питания 4.5 – 5.5 В;
- Память микроконтроллера составляет 8 Кб. Также имеется возможность перезаписывать программу до десяти тысяч раз;
- Наличие двухпроводного последовательного интерфейса I2C, четырёхпроводного SPI, а также интерфейса UART;
- Возможность обработки внутренних и внешних прерываний;
- Флеш – память для хранения переменных составляет 512 байт.

Выбор Микроконтроллера ATmega8 обоснован его простотой эксплуатации, наличием SPI интерфейса, а также необходимых интерфейсов,

которые могут быть использованы при увеличении количества интерфейсов в разработанном преобразователе. На рисунке 8 представлена расположение портов ввода/вывода ATmega8. [14]

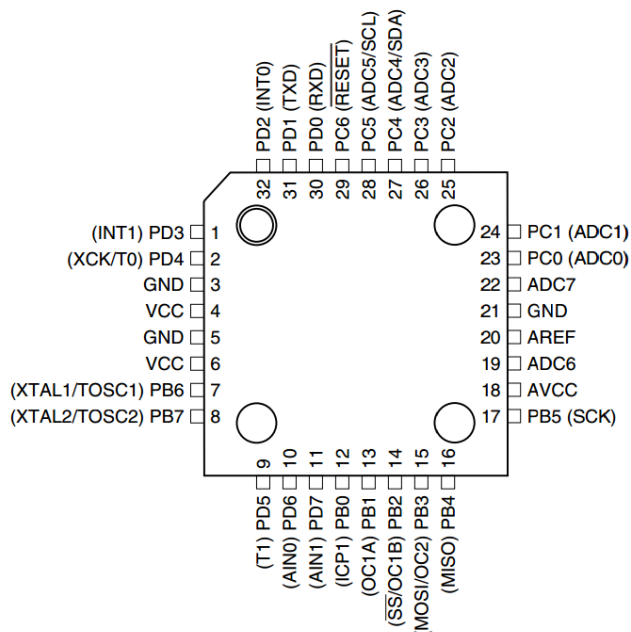


Рисунок 8 – расположение портов ввода/вывода ATmega8

б. Адаптер – переходник USB–UART.

Для подключения микроконтроллера к USB порту на персональном компьютере был выбран адаптер переходник USB-UART. Принцип действия основан на преобразовании данных, полученных от компьютера и последующей передачей через интерфейс UART микроконтроллеру ATmega8.



Рисунок 9 – Адаптер-переходник USB-UART

Данный переходник является упрощённой физической разновидностью стандартного интерфейса RS-232 (COM порт).

2.1 Этапы разработки устройства

Процесс исследования и разработки преобразователя USB-SPI состоит из пяти этапов.

Первый этап заключается в создании принципиальной схемы для преобразователя с использованием теоретических и практических навыков в области микропроцессорной техники. Стоит отметить, что на данном этапе возможен анализ электрических схем уже существующих преобразователей. Это поможет улучшить характеристики разрабатываемого устройства. Схема для была разработана с использованием программы для черчения электрических схем SPlan 7.0.

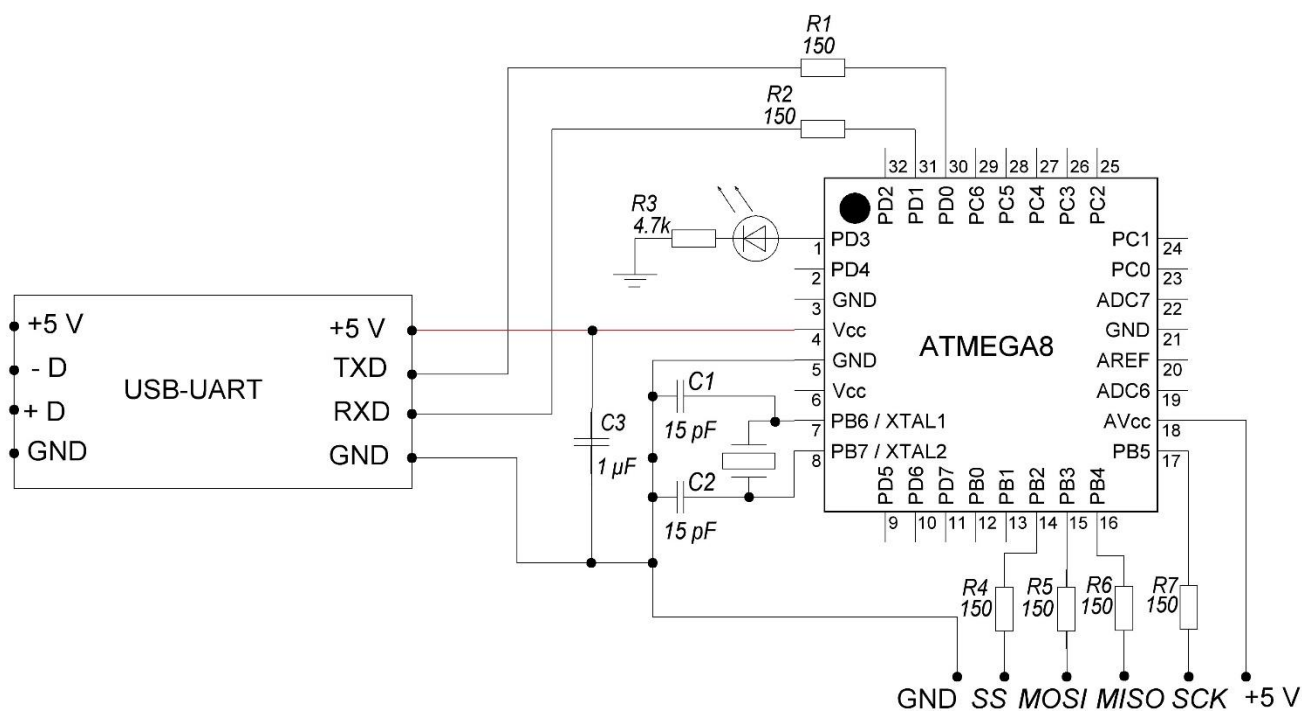


Рисунок 10 – Принципиальная схема USB-SPI преобразователя

Принцип работы устройства:

Преобразователь USB-UART принимает сигнал от персонального компьютера и передаёт его на микроконтроллер ATmega8. Микроконтроллер в свою очередь преобразует полученный по UART протоколу сигнал и выводит его на SPI интерфейс. К SPI интерфейсу подключается контролируемая микросхема, и с использованием специальных программ на персональном компьютере пользователь получает данные о параметрах микросхемы.

В основе второго этапа лежит разработка прототипа (рабочего макета) модуля преобразователя. На данном этапе проводилась следующая операция: В первую очередь была начерчена схема для печатной платы с использованием программы Sprint Layout 5.0. Далее проводилось травление печатной платы с последующим переносом электронных компонентов на плату с использованием паяльной станции ZD929C. При травлении печатной платы использовались следующие материалы: односторонний текстолит FR4, фоторезист, прозрачная фотобумага, ультрафиолетовая лампа, хлористое железо и кальцинированная сода.

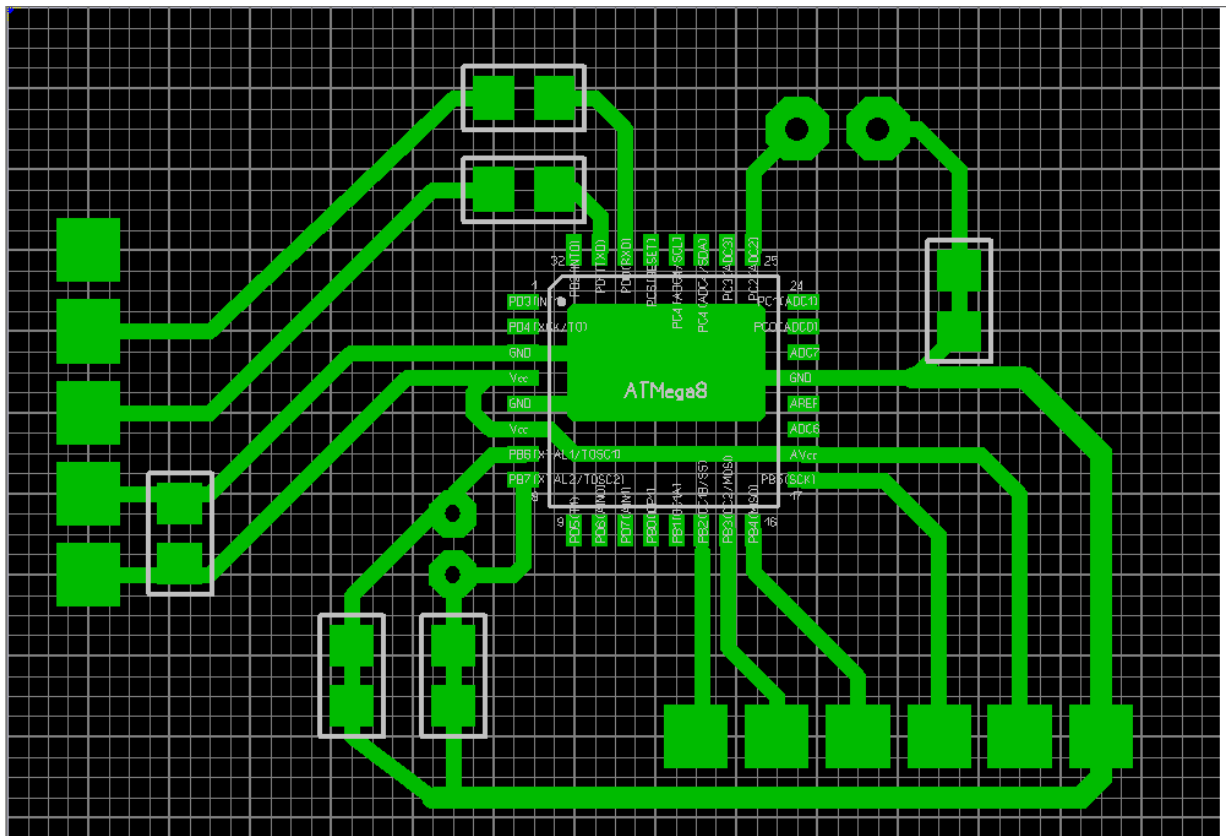


Рисунок 11 – Схема для разводки платы

Для работы преобразователя необходимо запрограммировать микроконтроллер, поэтому основой третьего этапа является разработка программного обеспечения для преобразователя. При разработке программного кода была выбрана интегрированная среда разработки программного обеспечения CodeVisionAVR. В основе данной программы лежит язык программирования C++. Преимуществом данной среды программирования является простота, доступность её изучения, а также совместимость с микроконтроллерами фирмы ATMEL. Ниже представлен фрагмент программного кода.

```
#include <mega8.h> // Подключение библиотеки для работы с ATmega8
#include <stdio.h>  // Библиотека функций ввода-вывода
#include <delay.h>  // Библиотека задержек
// Определение выводов и констант
#define FOSC 7.37280 // Частота кварцевого резонатора [Гц]
#define BAUD 9600    // Скорость UART [Бод]
#define FOUT 2        // Частота переключения вывода [Гц]
#define CS PORTD.6    // Сигнал выборки
#define T0 PORTB.0    // Сигнал таймера 0
```

```

#define T1 PORTB.1 // Сигнал таймера 1
#define LED PORTB.4 // Индикатор
#define ON 1 // Включить
#define OFF 0 // Отключить
// Описание и инициализация переменных
bit status=0; // Статусный бит
char data; // Переменная для данных
unsigned int n=0; // Счетчик тиков таймера 0
// Обработчик вектора прерываний №9
interrupt [TIM0_OVF] void timer0_ovf_isr(void)
{ status=!status; // Инверсия статусного бита
  T0=status;
  n++;
  if (n==5000) LED=OFF; // Отключить индикатор}
// Обработчик прерывания Timer 1 overflow
interrupt [TIM1_OVF] void timer1_ovf_isr(void)
{ // Инициализация таймера
  TCNT1=0x10000-(FOSC/1024/FOUT);
  T1=!T1;}
//Подпрограмма передатчика UART
void USART_Transmit( char data )
{ /* Ожидание освобождения буфера передатчика */
while ( !( UCSRA & (1<<UDRE)) )
#asm("wdr"); // Сброс сторожевого таймера
/* Поместить данные в буфер для начала передачи */
UDR = data;}
//Подпрограмма приемника UART
char USART_Receive( void ){
/* Ожидание поступления данных в буфер приемника */
while ( !(UCSRA & (1<<RXC)) )
#asm("wdr"); // Сброс сторожевого таймера
/* Получение и возврат данных из буфера приемника */
return UDR;}
//Подпрограмма приемопередатчика SPI
char SPITransfer(char data)
{#asm("cli") // Запретить прерывания
CS=0; // Сигнал выборки активный
USIDR=data; // Поместить данные в передатчик
data=(1<<USIOIF);
USISR=data;
data=(1<<USIWM0)|(1<<USICS1)|(1<<USICLK)|(1<<USITC);
while(USISR.USIOIF==0) {#asm("wdr"); USICR=data;}
CS=1; // Сигнал выборки пассивный
#asm("sei") // Разрешить прерывания

```

```

return(USIDR);}
void main(void)
{
    // Делитель частоты резонатора = 1
    #pragma optsize-
    CLKPR=0x80;
    CLKPR=0x00;
    #ifdef _OPTIMIZE_SIZE_
    #pragma optsize+
    #endif
    // Инициализация портов ввода-вывода
    DDRB=0xDF; // Порт B
    PORTB=0xFF;
    DDRD=0x42; // Порт D
    PORTD=0x42;
    // Инициализация Timer 0
    TCCR0A=0x00;
    TCCR0B=0x01;
    TCNT0=0x00;
    OCR0A=0x00;
    OCR0B=0x00;
    // Инициализация Timer 1
    TCCR1A=0x00;
    TCCR1B=0x05;
    TCNT1H=0x00;
    TCNT1L=0x00;
    ICR1H=0x00;
    ICR1L=0x00;
    OCR1AH=0x00;
    OCR1AL=0x00;
    OCR1BH=0x00;
    OCR1BL=0x00;
    // Инициализация внешних прерываний
    // INT0: Off
    // INT1: Off
    GIMSK=0x00;
    MCUCR=0x00;
    // Инициализация прерываний таймеров
    TIMSK=0x82;
    // Инициализация USART
    UCSRA=0x00;
    UCSRB=0x18;
    UCSRC=0x06;
    UBRRH=(FOSC/(16*BAUD)-1)>>8;
    UBRRL=FOSC/(16*BAUD)-1;
}

```

```

// Глобальное разрешение прерываний
#asm("sei")
while (1)
{data=USART_Receive(); // Прием байта команды или данных от UART
 n=0; // Сбросить счетчик таймера 0
 LED=ON; // Включить индикатор
 data=SPITransfer(data); // Передача и прием байта SPI
 USART_Transmit(data); // Передача принятого от SPI байта в UART
 #asm("wdr") // Сброс сторожевого таймера
};}

```

Четвёртым этапом разработки устройства является программирование устройства (компиляция), а также отладка программы для его корректной работоспособности. Отладка необходима для того, чтобы избежать различных сбоев при работе устройства.

Заключительным, пятым этапом процесса разработки устройства является адаптация преобразователя к специальным лабораторным стендам, имеющие в своём устройстве микросхему с интерфейсом SPI.



Рисунок 12 – Вид лабораторного стенда

3 РЕЗУЛЬТАТЫ

При проведении научно – исследовательской работы был разработан работоспособный модуль преобразователя последовательного интерфейса USB – SPI на основе микроконтроллера ATmega8 и адаптера-переходника USB – UART. Преобразователь обладает следующими эксплуатационными и техническими характеристиками:

Напряжение питания	5 В
Масса устройства	0.15 кг.
Входной интерфейс	USB
Интерфейс на выходе	SPI
Энергопотребление	Минимальное
Конечная стоимость устройства	700 руб.

Преобразователь интерфейсов USB-SPI является собственной разработкой и имеет свои достоинства:

- Низкая стоимость относительно аналогов;
- Расширение количества интерфейсов может быть проведено без трудоёмких операций;
- Возможность улучшения характеристик по желанию заказчика;
- Простота эксплуатации;

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1Б2А	Мерзлякову Антону Витальевичу

Институт	ИНК	Кафедра	ФМПК
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Приборостроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, предоставленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценка потенциальных потребителей исследования, SWOT-анализ, QuaD-анализ, конкурентоспособность.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование этапов работы, определение календарного графика и трудоемкости работы, расчет бюджета.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка сравнительной эффективности исследования.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой менеджмента ИСГТ ТПУ	Чистякова Наталья Олеговна	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б2А	Мерзляков Антон Витальевич		

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В данной выпускной квалификационной работе была произведена разработка преобразователя интерфейсов USB-SPI для измерительного комплекса ДМТ-419.

Данный преобразователь предназначен для сопряжения персонального компьютера и цифровой/аналоговой микросхемой. Это необходимо для исследования и контроля параметров современных микросхем после воздействия на них радиационного излучения.

Потенциальными потребителями данной разработки являются инженеры-программисты.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

Таблица 1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0.1	4	3	4	0.4	0.3	0.4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0.1	5	4	3	0.5	0.4	0.3
3. Помехоустойчивость	0.1	3	3	2	0.3	0.3	0.2
4. Надежность	0.1	4	2	2	0.4	0.2	0.2
5. Безопасность	0.05	4	2	4	0.2	0.1	0.2
6. Простота эксплуатации	0.1	5	4	4	0.5	0.4	0.4
7. Качество интеллектуального интерфейса	0.05	4	4	4	0.2	0.2	0.2
8. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0.15	5	5	5	0.75	0.75	0.75
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0.05	3	4	3	0.15	0.2	0.15
2. Цена	0.1	5	3	3	0.5	0.3	0.3
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0.1	5	2	3	0.5	0.2	0.3
Итого	1				4.4	3.35	3.4

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

4.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (Quality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение

целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации. В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по сто балльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
1. Повышение производительности труда пользователя	0.1	65	100	0.65	0.065
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0.1	75	100	0.75	0.075
3. Помехоустойчивость	0.1	40	100	0.40	0.040
4. Надежность	0.1	80	100	0.80	0.080
5. Безопасность	0.05	60	100	0.60	0.030
6. Простота эксплуатации	0.1	90	100	0.90	0.090
7. Качество интеллектуального интерфейса	0.05	65	100	0.65	0.0325
8. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0.15	100	100	1	0.15
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
1. Конкурентоспособность продукта	0.05	20	100	0.20	0.010
2. Цена	0.1	85	100	0.85	0.085
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0.1	80	100	0.80	0.080
Итого	1	760		7.6	0.7375

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$П_{ср} = \sum B_i \cdot Б_i = 73.75 \quad (2)$$

где $П_{ср}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

$Б_i$ – средневзвешенное значение i -го показателя.

Следовательно, перспективность разработки является выше средней.

4.1.4 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Таблица 3 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями. С2. Быстродействие устройства. С3. Совместимость с интерфейсами ЭВМ. С4. Заявленная энергоэффективность разработки С5. Простота эксплуатации технического устройства.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие потокового производства. Сл2. Работа преобразователя возможна только вблизи персонального компьютера. Сл3. Отсутствие возможности автономной работы устройства. Сл4. Наличие специального программного обеспечения для персонального компьютера. Сл5. Наличие ограниченного количества преобразованных интерфейсов.
Возможности: В1. Понижение стоимости конкурентных разработок	Низкая стоимость разработки, а также простота эксплуатации приводит к	Отсутствие реализации потокового производства уменьшает возможность

В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт. В3. Улучшение качества контроля электронной аппаратуры. В4. Расширение набора интерфейсов в современных измерительных комплексах В5. Внедрение на рынок услуг.	появлению дополнительного спроса на новое устройство.	внедрения устройства на рынок услуг.
--	---	--------------------------------------

Продолжение таблицы 3

Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новое устройство. У2. Вероятность выхода устройства из рабочего состояния при перепаде напряжения в ПК. У3. Отсутствие финансового обеспечения научного исследования. У4. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции У5. Ограничение на экспорт технологии.	Простота устройства и низкая стоимость может привести к введению дополнительных государственных требований.	Отсутствие возможности автономной работы устройства может привести к падению спроса на рынке.
---	---	---

В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Возможно использование этой матрицы в качестве одной из основ для оценки вариантов стратегического выбора. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». Пример интерактивной матрицы проекта представлен в табл. 4.

Таблица 4 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	0	-	0	+
	B2	+	+	+	+	+
	B3	0	+	+	0	-
	B4	0	-	+	0	0
	B5	+	+	+	+	+

Коррелирующие возможности и сильные стороны: B1C1C5, B2C1C2C3C4C5, B3C2C3, B4C3, B5C1C2C3C4C5.

Таблица 5 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	-	-	-	-
	B2	-	0	0	+	+
	B3	+	+	+	0	0
	B4	0	0	-	+	-
	B5	-	-	-	+	0

Коррелирующие возможности и слабые стороны: B2Сл4Сл5, B3Сл1Сл2Сл3, B4Сл4, B5Сл4.

Таблица 6 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	-	-	-	-
	У2	-	+	+	0	+
	У3	-	-	-	-	+
	У4	+	0	+	+	-
	У5	-	-	-	-	-

Коррелирующие угрозы и сильные стороны проекта: У2C2C3C5, У4C2, У5C1C2.

Таблица 7 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	+	+	+	+
	У2	-	+	-	-	+

	У3	+	0	+	+	+
	У4	-	-	-	+	+
	У5	0	+	0	+	0

Коррелирующие угрозы и слабые стороны проекта: У1Сл1Сл2Сл3Сл4Сл5, У2Сл2Сл5, У3Сл1Сл3Сл4Сл5, У4Сл4Сл5, У5Сл3Сл4.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в табл. 8.

Таблица 8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Студент, научный руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	3	Постановка целей и задач	Студент, научный руководитель
	4	Выбор направления исследований	Студент, руководитель, руководитель-инженер
	5	Календарное планирование работ по теме	Студент, инженер-исследователь
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Обзор теоретического материала	Студент
	8	Разработка устройства и его практическое применение	Студент

	9	Оформление результатов	Студент
Обобщение и оценка результатов	10	Оценка эффективности полученных результатов	Студент

4.2.2 Определение трудоемкости работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (3)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (4)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

Ч_i – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (5)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (6)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.














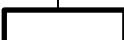

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

Все рассчитанные значения необходимо свести в таблицу (табл. 9).

Таблица 9 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	t_{min} , чел-дни			t_{max} , чел-дни			$t_{ож\ i}$, чел-дни									
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Составление и утверждение технического задания	1	2	3	2	3	4	1	2	3	Студент, научный руководитель	1	1	2	2	2	3
Подбор и изучение материалов по теме	3	2	2	3	3	3	3	2	2	Студент	3	2	2	4	3	3
Постановка целей и задач	1	2	2	3	2	2	2	2	2	Студент, научный руководитель	1	1	1	2	2	2
Выбор направления исследований	1	2	3	2	4	3	1	3	3	Студент, руководитель, руководитель- инженер	1	1	1	2	2	2
Календарное планирование работ по теме	2	3	4	3	5	4	2	3	4	Студент, инженер- исследователь	1	2	2	2	3	3
Обзор теоретического материала	7	10	8	10	11	9	8	10	8	Студент	8	10	8	12	15	12
Разработка устройства и его практическое применение	12	13	14	12	15	14	12	14	14	Студент, научный руководитель	6	7	7	9	10	10
Оформление результатов	2	5	3	4	6	3	3	5	3	Студент	3	5	3	4	7	4
Оценка эффективности полученных результатов	2	3	5	3	3	6	2	3	5	Студент	2	3	5	3	4	7

Таблица 10 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ												
				февр.		март			апрель			май			июнь	
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление и утверждение технического задания	Студент, научный руководитель	3	 												
2	Календарное планирование работ по теме	Студент, инженер-исследователь	3	 												
3	Выбор направления исследований	Студент, руководитель, руководитель-инженер	2		  											
4	Постановка целей и задач	Студент, научный руководитель	2		 											
5	Обзор теоретического материала	Студент	15													
6	Подбор и изучение материалов по теме	Студент	4													
7	Разработка устройства и его практическое применение	Студент, научный руководитель	10						 							
8	Оформление результатов	Студент	7													
9	Оценка эффективности полученных результатов	Студент	7													

 – студент;  – научный руководитель;  – инженер-исследователь

4.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{расхi} , \quad (7)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

Π_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 11.

Таблица 11 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (З _м), руб.		
		Исп .1	Исп .2	Исп .3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Паяльная станция	шт	1	1	1	7500	7750	7680	16125	16662	16512
Канифоль	г	50	50	50	1.75	1.95	2.0	188	210	215
Припой ПОС-61	м	1	1	1	2.88	2.88	3.10	6	6	7
Микроконтроллер ATmega8	шт	1	1	1	100	120	140	215	258	301
SMD-компоненты	шт	10	10	10	0.1	0.2	0.5	2.15	4.3	10.75
Текстолит	см ²	30	40	45	0.5	0.7	1.0	32.25	60.2	96.75

Продолжение таблицы 11

Фоторезист	шт	1	1	1	60	65	70	129	139.8	150.5
Хлористое железо	г	100	120	140	0.56	0.60	0.65	120.4	154.8	195.6
Минидрель	шт	1	1	1	2700	3200	3270	5805	6880	7030
Промышленный фен	шт	1	1	1	1800	2000	2100	3870	4300	4515
Провод МГТФ	м	1	1	1	6	18	20	12.9	38.7	43
Переходник USB-UART	шт	1	1	1	680	700	750	1462	1505	1612.5
Итого								27967.7	30218.8	30689.1

2 Основная заработная плата исполнителей темы

Основная заработная плата исполнителей, непосредственно участвующих в проектировании разработки:

$$C_{осн/зн} = \sum t_i \cdot C_{зн_i}, \quad (8)$$

где t_i - затраты труда, необходимые для выполнения i -го вида работ, в рабочих днях,

$C_{зн_i}$ - среднедневная заработная плата работника, выполняющего i -ый вид работ, (руб./день).

Среднедневная заработная плата определяется по формуле:

$$C_{зн_i} = \frac{D + D \cdot K}{F}, \quad (9)$$

где D - месячный оклад работника (в соответствии с квалификационным уровнем профессиональной квалификационной группы),

K - районный коэффициент (для Томска – 30%),

F – количество рабочих дней в месяце (в среднем 22 дня).

Таблица 12 – Расчет основной заработной платы

Исполнитель	Оклад, руб.	Средняя заработная плата, руб./дн.	Трудоемкость, раб. дн.			Основная заработная плата, руб.		
			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководитель	14 584	861,78	9	10	11	7756.02	8617.8	9479.58
Студент	6 976	412,22	26	32	31	10717.72	13191.04	12778.82
Инженер-исследователь	12 685	749,57	2	3	3	1499.14	2248.71	2248.71
ИТОГО						19972.88	24057.55	24507.11

3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}, \quad (10)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Таблица 13 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполните ль	Основная заработная плата, руб.			Коэффици ент дополните льной заработно й платы	Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководите ль	7756.02	8617.8	9479.58	0,15	1163.403	1292.67	1421.937
Студент	10717.72	13191.04	12778.82		1607.658	1978.656	1916.823
Инженер- исследоват ель	1499.14	2248.71	2248.71		224.871	337.3065	337.3065
Итого					2995.932	3608.63	3676.07

4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \quad (11)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%*.

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (табл. 14).

Таблица 14 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Научный руководитель	7756.02	8617.8	9479.58	1163.403	1292.67	1421.937
Студент	10717.72	13191.04	12778.82	1607.658	1978.656	1916.823
Инженер-исследователь	1499.14	2248.71	2248.71	224.871	337.3065	337.3065
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271					
Итого						
Исполнение 1	6224.55					
Исполнение 2	6888.13					
Исполнение 3	7637.64					

4 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

* Федеральный закон от 24.07.2009 №212-ФЗ «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования»

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (12)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов = 0,5.

Исполнение 1. $З_{\text{накл1.}} = (27967.7 + 19972.88 + 2995.932 + 6224.55) \cdot 0.5 = 28580.53$

Исполнение 2. $З_{\text{накл2.}} = (30218.8 + 24057.55 + 3608.63 + 6888.13) \cdot 0.5 = 32386.55$

Исполнение 3. $З_{\text{накл3.}} = (30689.1 + 24507.11 + 3676.07 + 7637.64) \cdot 0.5 = 33254.96$

5 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл. 15.

Таблица 15 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
Материальные затраты НТИ	27967.7	30218.8	30689.1	Пункт 3.4.1
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	19972.88	24057.55	24507.11	Пункт 3.4.3
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	2995.932	3608.63	3676.07	Пункт 3.4.4
Отчисления во внебюджетные фонды	6224.55	6888.13	7637.64	Пункт 3.4.5
Накладные расходы	28580.53	32386.55	32254.96	Пункт 3.4.6
Бюджет затрат НТИ	85741.592	97159.66	98764.88	Сумма ст. 1- 4

Таким образом, исходя из результатов таблицы 15 следует, что наиболее затратным является исполнение 3, наименее затратным – исполнение 1.

4.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (13)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = \frac{85741.592}{98764.88} = 0.868; \quad I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{97159.66}{98764.88} = 0.983; \quad I_{\text{финр}}^{\text{исп.3}} = \frac{98764.88}{98764.88} = 1$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов

исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (14)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 16).

Таблица 16 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	3	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	2	3
3. Помехоустойчивость	0,15	4	3	5
4. Энергосбережение	0,20	5	3	2
5. Надежность	0,25	5	4	4
6. Материалоемкость	0,15	4	4	4
ИТОГО	1			

$$I_{p-исп1} = 5 \cdot 0.1 + 5 \cdot 0.15 + 4 \cdot 0.15 + 5 \cdot 0.20 + 5 \cdot 0.25 + 4 \cdot 0.15 = 4.7$$

$$I_{p-исп2} = 3 \cdot 0.1 + 2 \cdot 0.15 + 3 \cdot 0.15 + 3 \cdot 0.2 + 4 \cdot 0.25 + 4 \cdot 0.15 = 3.25$$

$$I_{p-исп3} = 4 \cdot 0.1 + 3 \cdot 0.15 + 5 \cdot 0.15 + 2 \cdot 0.2 + 4 \cdot 0.25 + 4 \cdot 0.15 = 3.6$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.i.}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр.1}} = \frac{4.7}{0.868} = 5.415$$

$$I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр.2}} = \frac{3.25}{0.983} = 3.306$$

$$I_{исп.3} = \frac{I_{p-исп3}}{I_{финр.3}} = \frac{3.6}{1} = 3.6$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (см.табл.17) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}}, \quad (15)$$

Таблица 17 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0.868	0.983	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4.7	3.25	3.6
3	Интегральный показатель эффективности	5.415	3.306	3.6
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0.61	0.66

Вывод

В данном разделе был проведён анализ конкурентоспособных разработок применения различных видов топлива для получения электроэнергии.

В ходе проведения исследования был рассчитан бюджет научно-технического исследования. Исходя из этого, наиболее затратным является исполнение 3 (98764.88), наименее затратным – исполнение 1 (85741.592).

В результате проведения данной работы была рассчитана эффективность предложенных исполнений разработок. Также, стоит отметить, что эффективность первого исполнения составляет – 1, второго – 0.61, третьего – 0.66. По полученным данным можно отметить, что самым эффективным является исполнение 1.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Б2А	Мерзлякову Антону Витальевичу

Институт	ИНК	Кафедра	ФМПК
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Приборостроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Модуль преобразователя интерфейсов, необходимый для связи микросхем и персонального компьютера.
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения	При разработке и эксплуатации проектируемого решения выявлены следующие вредные факторы: – Повышенный уровень шума на рабочем месте; При разработке и эксплуатации проектируемого решения выявлены следующие опасные факторы: – Поступление в воздух рабочей зоны токсических химических веществ; – Пожаровзрывобезопасность; – Наличие источников поражения электрическим током
2. Экологическая безопасность:	– Воздействие объекта на литосферу (отходы)
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС на рабочем месте: – Возникновение пожара
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Рассмотрены правовые нормы трудового законодательства при работе во вредных условиях для работников лаборатории

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭБЖ ИНК ТПУ	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б2А	Мерзляков Антон Витальевич		

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

Целью выпускной квалификационной работы является разработка модуля преобразователя интерфейсов USB-SPI для измерительного комплекса ДМТ-419, а также проведение эксперимента с использованием преобразователя.

Разработанный адаптер служит для создания связи между персональным компьютером и контролируемой микросхемой. Преобразователь применяют при контроле параметров цифровых или аналоговых микросхем после воздействия на них радиационного облучения.

В качестве потенциальных потребителей данной разработки являются инженеры-программисты.

Данная ВКР разрабатывалась в аудитории кафедры физических методов и приборов контроля качества, специально оборудованной для этих целей. Помещение представляет собой аудиторию учебного корпуса, расположенную в корпусе №18 в блоке В. Аудитория оборудована пожарной сигнализацией, планом эвакуации, средствами пожара тушения, согласно Постановлению Правительства РФ от 25.04.2012 г. №390.

5.1 Производственная безопасность

При проведении лабораторной работы, лаборант может столкнуться с воздействием таких физических опасных и вредных производственных факторов, как повышенный уровень шума, вибрация на рабочем месте, а также недостаточным освещением рабочего места. В данном пункте была составлена таблица 1 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Данная таблица необходима для выявления опасных и вредных факторов, которые характерны для проектируемой производственной среды.

Согласно ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» элементы условий труда, выступающих в роли опасных и вредных производственных факторов, можно разделить на четыре группы:

- Физические;
- Химические;
- Биологические;
- Психофизиологические.

Таблица 18 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ по разработке устройства

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Перенос радиоэлектронных компонентов на плату с использованием паяльной станции.		Поступление в воздух рабочей зоны токсических химических веществ	ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»

Продолжение таблицы 18

	Повышенный уровень шума на рабочем месте		ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум, общие требования безопасности», СН 2.24/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий на территории жилой застройки»
		Пожаровзрыво- безопасность	ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.
		Наличие источников поражения электрическим током	ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

Токсические вещества в области рабочей зоны

Токсические вещества, выделяемые в процессе паяния радиоэлектронной аппаратуры негативно сказываются на самочувствии лаборанта. При паянии используются сплав свинца и олова, а также флюс в виде сосновой канифоли. При нагреве пары данных веществ поступают в воздух и могут негативно сказаться на здоровье лаборанта. Согласно ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны», ПДК канифоли в области рабочей зоны составляет 4 мг/м³, а ПДК свинцово-оловянного припоя 0,05 мг/м³. При кратковременном вдыхание пыли или паров может вызвать астматическую реакцию. Вдыхание паров может вызвать раздражение глаз и дыхательных путей. Повторный или длительный контакт может вызвать sensibilization кожи. Повторное или длительное вдыхание может вызвать астму.

Во избежание отравления химическими веществами необходимо использовать в рабочем помещении вытяжки, системы вентиляции, различные системы очистки воздуха.

Повышенный уровень шума на рабочем месте

Шум на рабочих местах создается находящимися в лаборатории оборудованием, установками кондиционирования воздуха, преобразователями напряжения, работающими осветительными приборами дневного света, а также проникает из вне. Шум является общебиологическим раздражителем и в определенных условиях может влиять на органы и системы организма человека.

Прежде всего, шум влияет на различные отделы головного мозга, изменяя нормальные процессы высшей нервной деятельности (жалобы на утомляемость, общую слабость, апатию, ослабление памяти и т.д.). При воздействии шума наступают изменения в органах зрения человека (понижается устойчивость острота и чувствительность зрения), а также и в вестибулярном аппарате; нарушаются функции желудочно-кишечного тракта; повышается внутричерепное давление; происходят нарушения в обменных процессах организма и т.п. Шум ухудшает точность выполнения рабочих операций, затрудняет прием и восприятие информации.

В результате неблагоприятного воздействия шума на работающего человека происходит снижение производительности труда, увеличивается брак в работе, создаются предпосылки к возникновению несчастных случаев. Поэтому в помещениях лаборатории уровень шума не должен превышать 60 дБА.

Шум на рабочем месте создается измерительным комплексом используемым в лаборатории, а также внешними источниками - шум с улицы.

Меры по защите от шума:

- Применение специальных наушников;
- Использование шумопоглощающих материалов при проектировании лаборатории;
- Наличие комнаты отдыха, где уровень шума соответствует нормам.

Поражение электрическим током

В зависимости от условий, повышающих или понижающих опасность поражения человека электрическим током, все помещения делятся на три класса:

- помещения с повышенной опасностью;
- особо опасные помещения;
- помещения без повышенной опасности.

Помещение, в котором выполнялась работа, относится к категории помещений без повышенной опасности, поскольку оно характеризуется следующими признаками: нормальная температура воздуха, влажность не повышенная, отсутствие токопроводящей пыли.

Чтобы исключить опасность поражения электрическим током необходимо соблюдать следующие правила электрической безопасности:

- перед включением приборов в сеть должна быть визуально проверена его электропроводка на отсутствие возможных видимых нарушений изоляции, а также на отсутствие замыкания токопроводящих частей на корпус;
- при появлении признаков замыкания необходимо немедленно отключить от электрической сети приборы общим выключателем и устранить неисправность;
- запрещается при включенном техники одновременно прикасаться к приборам имеющим естественное заземление (например, радиаторы отопления, водопроводные краны и др.).

Существуют следующие способы защиты от поражения электрическим током в электроустановках:

- защитное заземление;
- зануление;
- защитное отключение;
- защитное разделение сетей;
- предохранительные устройства;
- защита высотой.

Пожаровзрывобезопасность

— Опасным фактором также является возможность возникновения взрыва или пожара. При проведении лабораторных исследований с использованием электрического оборудования может произойти короткое замыкание, что

приведёт к пожару. Для исключения возникновения пожара необходимо вовремя выявлять и устранять неисправности, проводить плановый осмотр и своевременно устранять все неисправности; неисправное электрическое оборудование.

5.2 Экологическая безопасность

Экологическая безопасность – состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий.

Защита литосферы. При разработке устройства характерны следующие отходы:

- Медные провода, а также их изоляция;
- Остатки оловянно-свинцового припоя;

Сбор отходов осуществляется ручным способом с последующей передачей сторонним организациям для последующей переработки или для вторичного использования.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Наиболее вероятными ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории, являются пожар и землетрясение.

Действия при землетрясении

При землетрясении в лаборатории, ощутив колебания, увидев падение предметов, услышав нарастающий гул и звон бьющегося стекла, необходимо быстро покинуть здание следуя плану эвакуации, который расположен в лаборатории. Если лестницы переполнены людьми – лучше остаться в здании. Предварительно открыть входную дверь, которая в дальнейшем может оказаться перекошенной и заклиненной.

Необходимо быстро занять наиболее безопасное место в помещении: в дверных проемах капитальных стен, у ближайшей к центру здания капитальной стены, опорной колонны, в углу лаборатории и всегда подальше от окон, тяжелых предметов и мебели, которые могут опрокинуться.

Действия при пожаре

При возникновении пожара необходимо сообщить об этом в городскую пожарную охрану по телефону 01 (при этом необходимо сообщить точный адрес здания, место возникновения пожара или обнаружения признаков пожара, вероятную возможность угрозы людям, а также другие сведения, необходимые диспетчеру пожарной охраны). Кроме того, следует сообщить своё имя, а также номер телефона, с которого делается сообщение о пожаре.

Оповестить о пожаре или его признаках людей, находящихся поблизости, и принять необходимые меры для эвакуации всех людей из здания (из опасной зоны). При появлении опасных факторов пожара (дым, потеря видимости, высокая температура, токсичные пары горения) немедленно эвакуироваться в безопасную зону. При возможности сообщить о пожаре руководителям, должностным лицам и всем людям, находящимся в здании.

Руководитель или другое должностное лицо, находящееся на месте пожара обязано: продублировать сообщение о возникновении пожара в пожарную охрану по телефону 01; организовать эвакуацию людей и ценностей, используя все имеющиеся силы и средства; при необходимости обеспечить отключение электроэнергии, отключить системы общеобменной вентиляции, выполнить мероприятия, способствующие предотвращению развития пожара и задымлению; прекратить все работы, не связанные с мероприятиями по тушению пожара.

Для того чтобы снизить риск возникновения пожара, в лаборатории имеются датчики дыма и температуры, у выхода имеется огнетушитель, и также стены покрыты специально не воспламеняющимся веществом, что воспрепятствует распространению огня. Согласно 12.13130.2009, лаборатории присваивается уровень пожарной безопасности категория В3. Так как в помещении находятся твердо горючие и трудногорючие вещества и материалы.

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Работы, проводимые при разработке устройства относятся к 3 классу вредных условий труда и характеризуются наличием вредных производственных факторов, превышающих гигиенические нормативы и оказывающие неблагоприятное воздействие на организм работника.

Согласно особенностям трудового законодательства, работникам необходимо применить следующие виды компенсаций при работе во вредных условиях труда:

- Повышение оплаты труда - не менее 4% тарифной ставки (оклада), установленной для различных видов работ с нормальными условиями труда (ст. 147 ТК РФ, Постановление правительства РФ от 20.11.2008 г. №870);
- Сокращенная продолжительность рабочего времени - не более 36 часов в неделю (ст. 92 ТК РФ, Постановление правительства РФ от 20.11.2008 г. №870);
- Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты (ст. 221 ТК РФ).

Организационные мероприятия обеспечения безопасности

Лаборатория №51 методов контроля представляет собой помещение типа учебной аудитории, включающее в себя всё необходимое оборудования, для проведения исследований.

Так как экспериментальная часть была проведена с использованием паяльной станции, а также измерительного комплекса, были применены индивидуальные средства защиты лаборантов.

Использование паяльной станции производилось при рабочей системе вентиляции в помещении, для предотвращения отравления вредными веществами.

Заключение

В ходе научно – исследовательской работы было сделано:

1. Проведён литературный обзор в области последовательных и параллельных внутриплатных интерфейсов;
2. Разработан модуль преобразования интерфейсов USB-SPI для расширения набора интерфейсов измерительного комплекса ДМТ-419;
3. Написана программа, управляющая работой микроконтроллера;
4. Проведены практические эксперименты с использованием преобразователя интерфейсов;

В результате проделанной работы можно утверждать, что поставленная цель была достигнута. В будущем в преобразователь планируется внесение интерфейса Ethernet, что позволит проводить контроль параметров микросхем непосредственно во время облучения.

Также, результаты работы были представлены на VI-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность» в 2016г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Томский политехнический университет. Структура университета. Институт неразрушающего контроля. Лаборатория №51 (радиационных испытаний и изделий) [Электронный ресурс].

Режим доступа: <http://tpu.ru/today/tpu-structure/instituty-fakultety-kafedry/ink/lab-ink/ic/51/>;

2. Справочник средств измерений. Измерительный комплекс параметров аналоговых микросхем и устройств ДМТ-419 [Электронный ресурс].

Режим доступа: <http://www.all-pribors.ru/opisanie/48533-11-dmt-419-51373>;

3. Интерфейсы. Преимущества последовательного интерфейса [Электронный ресурс].

Режим доступа: <http://www.administrating.ru/sata-interface/>;

4. Технологии. Интерфейсы. Все интерфейсы персонального компьютера [Электронный ресурс].

Режим доступа: http://housecomputer.ru/technology/interface/all_pc_interfaces/all_pc_interfaces.html;

5. Википедия. Компьютерные интерфейсы. Интерфейс USB [Электронный ресурс].

Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/USB>;

6. Википедия. Компьютерные интерфейсы. Интерфейс RS-232 (COM порт) [Электронный ресурс].

Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/RS-232>;

7. Компьютер. Интерфейсы. Характеристики интерфейса. Обзор интерфейса FireWire [Электронный ресурс].

Режим доступа: <http://moydrugpc.ru/vse-o-porte-firewire-harakteristiki-i-vozmozhnosti>;

8. Востриков А.А., Балонин Н.А., Сергеев А.М. Внутриплатаые интерфейсы встраиваемых систем: Учебное пособие/СПбГУАП. СПб., 2012.

9. Научно-техническая лаборатория. Технологии. Технология 1-Wire [Электронный ресурс].

Режим доступа: <http://www.elin.ru/1-Wire/>;

10. Коммуникации и технологии. Интерфейсы современных систем. Интерфейс I2C [Электронный ресурс].

Режим доступа: <http://robocraft.ru/blog/communication/780.html>;

11. Компоненты. Микроконтроллеры. MSP430. Архитектура MSP430x1xx [Электронный ресурс].

Режим доступа:

<http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/doc/micros/msp430/arh/13.htm>;

12. Теория. Интерфейсы. Протоколы. SPI [Электронный ресурс].

Режим доступа: <http://radioham.ru/teory/SPI.htm>;

13. Компоненты и технологии. Управление периферийными устройствами по линиям шин SPI [Электронный ресурс].

Режим доступа: http://www.kit-e.ru/articles/interface/2008_07_66.php;

14. Микроконтроллеры. Изучение микроконтроллеров. ATmega8 [Электронный ресурс].

Режим доступа: <http://iprg.ru/forum/index.php?topic=129.0>;